Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Über den Einfluß von Dämpfen und Gasen auf den Laubfall und andere Organablösungen

Von

Dr. Maria Gleispach

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität in Wien, Nr. 280 der zweiten Folge)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Oktober 1928)

I. Einleitung und Fragestellung.

Die Ablösung von Blättern, Blüten und Früchten gehört zu den auffallendsten Erscheinungen im Pflanzenreiche, besonders wenn es sich um die Abtrennung noch völlig frischer, funktionierender Organe handelt. Von dem großen Interesse, das die genannten Erscheinungen weckten, zeugt das reiche Schrifttum über Trennungserscheinungen im engeren und weiteren Sinn.

Die Verhältnisse beim Laubfall wurden das erste Mal von Mohl (I, II) richtig erkannt. In der Folgezeit stellte Wiesner (I) ausgedehnte Untersuchungen an, die im Wesen dieselben Ergebnisse zeigten. Molisch (I) studierte als erster die physiologischen Bedingungen des Laubfalles und Wiesner (II—V) teilte in einer Reihe von Veröffentlichungen seine Beobachtungen ebenfalls in physiologischer Richtung mit.

Eine Reihe von Spezialfällen sowie die anatomischen, chemischen und physiologischen Verhältnisse bei der Blattablösung wurden von einer stattlichen Zahl von Autoren beschrieben, so von Bretfeld (I), van Tieghem und Guignard (I), Staby (I), Tisson (I), Fouilloy (I), Dingler (I), Löwi (I, II), Lee (I), Volkens (I), Lakon (I, II), Neger und Fuchs (I), Küster (I), Sampson (I) und Pfeiffer (I).

Auch der Abfall von Blüten und einzelnen Blütenteilen wurde von verschiedenen Autoren [Mohl (III), Reiche (I), Kubart (I), Wacker (I), Fitting (I), Hanning (I) und Namikawa (II)] untersucht, wobei sich herausstellte, daß der Abfall nie mit Hilfe eines sekundären Trennungsgewebes erfolgt, wie dies meist bei den Blättern der Fall ist, sondern stets in einer primären. Schließlich liegen auch Beobachtungen und Untersuchungen über den Abfall von Früchten [Vrgoc (I), John (I), Namikawa (I), Fehér (I, II) und Lloyd (I)], Abfall und Ablösung von Samen (Hintringer, I) und die Abtrennung ganzer Zweige (Absprünge) (Höhnel, I, II) vor.

Die genannten Arbeiten bringen über die Ablösungsvorgänge der verschiedensten Organe reiches Tatsachenmaterial, jedoch wurde von den bisher genannten Autoren noch kein Versuch unternommen, die ganzen Trennungserscheinungen im Zusammenhang zu behandeln

und eine eindeutige Terminologie einzuführen. In dankenswerter Weise hat Mühldorf, der diesen Mangel im Laufe seiner Untersuchungen hemmend empfand, eine auf alle Trennungsvorgänge anwendbare Terminologie geschaffen, die mit geringfügigen Abänderungen auch von Pfeiffer (V) anläßlich der Bearbeitung der Trennungsgewebe im Rahmen des Handbuches der Pflanzenanatomie übernommen wurde. Um Mißverständnisse und Wiederholungen zu vermeiden, will ich hier die Definitionen einiger Begriffe wiedergeben, die sich bei der Aufzählung und Besprechung meiner Versuche wiederholen werden:

Trennung — Auseinanderweichen der Zellen eines Gewebeverbandes.

Trennungsgewebe — alle Gewebekomplexe, in welchen Trennungen vor sich gehen.

Trennungszonen — Stellen am Pflanzenkörper oder an dessen Organen, bei denen mit größter Regelmäßigkeit die Separationen erfolgen.

Trennungsmechanismus — der morphologische und physikochemische Charakter der differenzierten Trennungsgewebe zusammen mit den dadurch bedingten energetischen Effekten.

Trennungsprozeß (Vorgang) — Art und Verlauf der Separationen (Pfeiffer, V).

Über den Einfluß einiger gasförmiger Verunreinigungen der Atmosphäre auf die Pflanze überhaupt und auf die Ablösungserscheinungen der verschiedenen Organe liegen einige wichtige Beobachtungen vor.

So zeigen Richter's (I—IV) Versuche in Laboratoriumsluft und über Narkose im Pflanzenreich die ungeheure Empfindlichkeit der Pflanze gegenüber gasförmigen Verunreinigungen. Auch seine Untersuchungen über den Einfluß von Dämpfen und Gasen auf den Laubfall führten ihn zu positiven Ergebnissen.

Interessante Studien über den Einfluß von gesteigertem und vermindertem Kohlensäuregehalt auf den Laubfall verdanken wir Furlani (I).

Molisch (II) studierte das Verhalten der Pflanzen gegenüber Tabakrauch und beobachtete häufig eine deutliche Förderung des Laubfalles durch dieses Einwirkungsmittel.

Die Arbeiten von Fitting (I), Hanning (I) und Pfeiffer (III) behandeln den Einfluß verschiedener äußerer Faktoren auf die Ablösung von Blütenteilen oder ganzen Blüten. Hier werden auch zahlreiche Versuche über die Wirkung von Dämpfen und Gasen auf die Ablösung der genannten Organe mitgeteilt, wobei fast immer eine Förderung der Trennungen beobachtet wurde. Eine zusammenfassende Darstellung des Einflusses von Dämpfen und Gasen auf Laub-, Blüten- und Fruchtfall fehlte bisher. Sie soll in der vorliegenden Arbeit versucht werden.[1]

[1] Herr Hofrat Prof. Dr. H. Molisch hat mir diese Aufgabe gestellt. Es sei mir gestattet, ihm auch an dieser Stelle für die Zuweisung der Arbeit und alle

Wie aus der vorangehenden Literaturübersicht zu ersehen ist, konnte auf einen Einfluß der Dämpfe und Gase auf die Trennungsvorgänge mit ziemlicher Sicherheit gerechnet werden, ebenso, daß es sich in den meisten Fällen um eine Förderung der Separationen handeln dürfte. Im einzelnen galt es festzustellen:

1. Wirken die verschiedenen Verunreinigungen der Atmosphäre auf Organablösung übereinstimmend oder verschieden?
2. Ist ihre Wirkung auf verschiedene Organe derselben Pflanze gleich oder nicht?
3. Wie verhält sich die Gaswirkung auf dasselbe Organ bei verschiedenen Pflanzen?
4. Handelt es sich um ein willkürliches Hervorrufen von Trennungen oder nur um eine Beschleunigung des natürlichen Vorganges?
5. Haben wir es mit pathologischen Trennungen zu tun oder vollzieht sich die Trennung wie unter natürlichen Verhältnissen?
6. Ist die Organablösung eine Folge des schädlichen Einflusses des Einwirkungsmittels auf die ganze Pflanze, oder handelt es sich um eine spezifische Wirkung der Agentien auf die Trennungsgewebe, und welcher Art ist diese Wirkung?

II. Versuchsmaterial und Methodik.

Um ein klares Bild über die Ablösungsvorgänge gewinnen zu können, war es notwendig, möglichst verschiedene Pflanzen zu untersuchen. Bei der rein physiologischen Fragestellung wäre eine Auswahl des Materials nach systematischen Gesichtspunkten zwecklos gewesen, weshalb ich mich begnügte, möglichst verschiedene Typen herauszugreifen. Während der ungünstigen Jahreszeit wurden stets Versuche mit immergrünen Pflanzen angestellt, sonst mit sommergrünen, ein- und mehrjährigen, die teils aus dem botanischen Garten der Universität oder von den Anlagen des Arkadenhofes im Universitätsgebäude stammten, teils im Freien gesammelt oder im Blumenladen besorgt wurden.

Stets wurde darauf geachtet, nur ganz frische Pflanzen zu verwenden, deren Stengel unter Wasser abgeschnitten wurden. Ebenso bemühte ich mich, in jeder Hinsicht gleichwertige Vertreter für die einzelnen Versuche zu wählen, bei denen die zu beobachtenden Organe in möglichst gleich großer Zahl vorhanden waren. Bei großblütigen oder -blättrigen Pflanzen wurde mit zahlenmäßig gleichen Objekten gearbeitet, bei kleineren mußte ich mich mit einer Schätzung begnügen.

Bei der Auswahl der Einwirkungsmittel mußte darauf geachtet werden, nicht allzu giftige Stoffe zu verwenden, die den Organismus töten, ehe er noch auf den Reiz durch irgendwelche Lebensäußerungen

---

Förderung aufrichtig zu danken, die er ihr hat angedeihen lassen. Herrn Prof. Dr. G. Klein danke ich für die meiner Untersuchung gewährte Unterstützung, Herrn Pd. Dr. J. Kisser bin ich für viele Ratschläge und Anleitung zu besonderem Dank verpflichtet.

antworten kann. Ich hielt mich bei dieser Wahl zum größten Teil an die Erfahrungen der Forscher, die vor mir den Einfluß von gas- und dampfförmigen Einwirkungsmitteln auf die Pflanze studierten. Es wurde weniger Gewicht auf die Prüfung möglichst vieler Einwirkungsmittel gelegt, als auf die Anwendung einiger, als günstig erkannter Reagentien auf möglichst viele Pflanzen, auf ihre verschiedenen Organe und unter wechselnden äußeren Bedingungen. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend wurden folgende Reizstoffe gewählt:

Leuchtgas, Azetylen, Chloroform, Benzol, Naphthalin, Äther, Terpentin, Phenol, Kampfer, Anilin und Nelkenöl, wobei hauptsächlich mit den ersten sechs Agentien gearbeitet wurde und nur in vereinzelten Fällen mit den übrigen. Die Versuche wurden in einem Gewächshaus ausgeführt.

Die Versuchsanstellung war in allen Fällen im wesentlichen die gleiche. In eine 1 bis 2 *cm* hoch mit Wasser gefüllte Keimschale aus glasiertem Ton wurde das die Pflanzen enthaltende Gefäß eingestellt, das Einwirkungsmittel zugesetzt und dann die Pflanzen mit einer Glasglocke von neun Liter Inhalt bedeckt. Beim Zuführen der Dämpfe und Gase wurde in folgender Weise vorgegangen:

1. Das Einwirkungsmittel ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, aber trotzdem leicht flüchtig. Eine Messerspitze davon wird in ein Vogelgläschen gegeben und dieses unter die Glasglocke gestellt.

2. Das Einwirkungsmittel ist flüssig und verdampft leicht. Einige Tropfen, wenn nicht anders angegeben, stets fünf, werden auf Watte zum Verdunsten gegossen.

3. Der einzuleitende Stoff ist in gasförmigem Zustand vorhanden. Er wird unter Wasser in einem Proberöhrchen aufgefangen, dessen Inhalt, wenn nicht anders angegeben, immer 8 cm^3 beträgt. Das Gläschen wird darauf mit einer Glasplatte bedeckt und mit der Mündung nach unten in die Keimschale gestellt. Nachdem der Glassturz darüber gedeckt ist, wird durch eine leichte Erschütterung das Gläschen zum Umfallen gebracht.

Auf die eben geschilderte Weise konnte mit ziemlich genau bestimmbaren Konzentrationen der Einwirkungsmittel gearbeitet werden. Diese wurden meist jeden, oder jeden zweiten Tag erneut und die Stürze während der Zeit immer kurz gelüftet, um eine Veränderung der Atmosphäre durch Kohlensäureanreicherung und eine Absorption der Gase durch das Wasser zu verhindern. Die Versuche wurden je nach Empfindlichkeit des Materials kontrolliert, die Blütenfallversuche meist zweimal im Tag, die Laubfallversuche jeden oder jeden zweiten Tag. Meistens trat die Organablösung erst nach leichter Erschütterung ein, weshalb immer erst das Ergebnis nach der Erschütterung verzeichnet wurde.

Die abgetrennten Organe wurden gesammelt und auf die anatomischen Merkmale des Trennungsgewebes hin untersucht. Anfangs behandelte ich die durch verschiedene Einwirkungsmittel zum Abfallen gebrachten Organe getrennt, nachdem ich aber bald zu der

Anschauung kam, daß die anatomischen Merkmale durch die verschiedenen Agentien nicht beeinflußt werden, gab ich die getrennte Untersuchung auf. Bei den meisten Objekten genügten Handschnitte, um einen Einblick in die anatomischen Verhältnisse zu gewinnen, in einigen Fällen wurde das Material fixiert und Mikrotomschnitte ausgeführt.

III. Eigene Untersuchungen über den Einfluß von Dämpfen und Gasen auf Organablösungen.

Der folgenden Zusammenstellung meiner Versuche möchte ich nur vorausschicken, daß ihr aus praktischen Gründen, um einen einheitlichen Einteilungsmodus zu haben, die Gruppierung in Wettstein's (II) Handbuch der systematischen Botanik zugrunde gelegt wurde. Die Zeichen + — zeigen an, ob ein Abfall der Organe eintrat oder nicht, wenn ja, so werden vier Grade des Abfalles unterschieden: + schwach, ++ mittelstark, +++ stark und × sehr stark. Das Verhalten der Versuchsobjekte in verunreinigter Luft wird (in bezug auf das Abwerfen von Organen) stets relativ zum Verhalten der Kontrollobjekte beurteilt, die Kontrollergebnisse werden ebenfalls relativ klassifiziert, so daß sämtliche Versuchsergebnisse in der Tabelle, sowohl in horizontaler wie in vertikaler Richtung vergleichbar sind. Die zu den Versuchen verwendeten Konzentrationen der Einwirkungsmittel wurden bereits vorne (Material und Methodik) angegeben, in den seltenen Fällen, wo mit größeren oder kleineren Mengen der Agentien gearbeitet wurde, ist die Konzentration in der Klammer über dem Versuchsergebnis verzeichnet. Wurden sowohl Normalkonzentration als auch eine davon verschiedene verwendet, so ist die Rubrik in der Tabelle untergeteilt und beide Ergebnisse sind nebeneinander angeführt.

IV. Diskussion der Ergebnisse.

Wie aus der tabellarischen Zusammenstellung meiner Versuche erhellt, ist eine Wirkung der verwendeten Einwirkungsmittel in fast allen Fällen zu beobachten. Bei einem Großteil der Versuche ist der Einfluß geradezu in die Augen springend. Ich erinnere an das Auftreten des Laubfalles bei *Caragana* und *Robinia* unter Leuchtgaseinwirkung (nach 12 bis 24 Stunden), oder an die völlige Entblätterung von Rosenblüten (nach 24 Stunden) bei gleicher Behandlung. Ähnliche Beobachtungen teilen uns auch Molisch (III) und Richter (V) mit.

In anderen Fällen ist der Einfluß der verschiedenen Agentien schwächer, so auf alle immergrünen Gewächse einerseits und anderseits auf alle stark transpirierenden Pflanzen. Die immergrünen Gewächse sind, wie schon Wiesner (III) erkannte, gegen äußere Einflüsse viel unempfindlicher, als die sommergrünen Holzgewächse und somit ist auch die Beeinflussung durch chemische Reizstoffe schwächer. Ich möchte hier nur als Beispiel anführen: Der Laubfall wird durch Leuchtgaswirkung bei *Laurus nobilis* nach 12, bei

Pflanze	Kontrolle	Leuchtgas	Äther	Chloroform	Naphthalin	Terpentinöl	Benzol	
a) Laubfall								
Ginkgo biloba		+	–					Bei Versuchsbeginn war das Trennungsgewebe des Blattstielgrundes schon weitgehend differenziert
Iuniperus communis	–	–		–				Bei Versuchsbeendigung ließen alle Zweige nach starker Erschütterung einzelne Nadeln fallen
Thuja occidentalis	–	(16 cm^3)	–		–			
Taxus baccata	–	–	–	–	–	–		
Podocarpus Thumbergii	–	+ +			–			Eine Wiederholung des Versuches ergab dasselbe Ergebnis
Pinus strobus	–	(32 cm^3)	(10 Tropfen) –	(20 Tropfen) –	–	–		Der Versuch wurde mit demselben Ergebnis wiederholt
Abies pectinata	–	(32 cm^3) –	(10 Tropfen) –	(20 Tropfen) –	–	(10 Tr.) –		Eine Wiederholung des Versuches ergab dasselbe Ergebnis
Picea excelsa	–	(32 cm^3) –	(10 Tropfen) –	(10 Tropfen) –	–			Der Versuch wurde mit demselben Ergebnis wiederholt
Tsuga sp.	–	–		–		–		
Populus nigra	+ +	+ + +			+ +			Beim Leuchtgasversuch bildete sich an den Blattnarben ein weißer, mehliger Belag
Ficus stipulata	–	(16 cm^3) + +		(10 Tropfen) + +				

Parietaria officinalis			–	+ + +	–		×	
Urtica urens				–				Die Blattstiele der Pflanzen in Leuchtgas- und Naphthalinatmosphäre beschrieben epinastische Krümmungen, die in schwächerem Maße auch beim Kontrollversuch zu beobachten waren
Viscum album	+ +	(16 *cm*³) + + +	+	+		+		
Ripsalis sp.	–	(16 *cm*³) + +		(10 Tropfen) +				
Buxus sempervirens	+ +	+++ | (16 *cm*³) + + + | (32 *cm*³) + +		(10—30 Tr.) –				
Laurus nobilis	–	(16 *cm*³) +		(10—30 Tr.) –				
Berberis arborea		(16 *cm*³) + +		+++ | (10–30 Tr.) +				
Mahonia aquifolium		+ + +		(10 Tropfen) –				
Philadelphus coronarius		+ +	+ +	–	–			
Deutzia scabra		+ +						
Rosa sp. (*Crimson Rambler*)	– | +	+ + + |	| + +		++ | ++	+ +		Die Versuche wurden zum Teil auch im Dunkeln ausgeführt; die rechts vom Teilstrich angebrachten Zeichen beziehen sich auf die Dunkelversuche
Crataegus oxyacantha	–							

Pflanze	Kontrolle	Leuchtgas	Äther	Chloroform	Naphthalin	Terpentinöl	Benzol	
Pirus sp.	+ +							An den Blattnarben tritt außer beim Chloroformversuch an allen Versuchszweigen ein weißer, mehliger Belag auf
Robinia pseudacacia		(1/8 *l*) ×				+	+ + +	Versuchszeit: Oktober. Die Differenzierung der Trennungsgewebe am Blattgrund war bei Versuchsbeginn schon weit fortgeschritten
Robinia pseudacacia	+ +	(4 *cm*³)	(3 Tr.) + +	× (3 Tr.) +		+ + +	(3 Tr.) +	Versuchszeit: Mai. Es werden neben den Fiederblättchen auch die Blattachsen abgetrennt. An den Ablösungsstellen tritt weißer, mehliger Belag auf
Robinia glutinosa		+ + +		+ +	+		+ +	Es werden auch die Blattachsen abgetrennt. An den Trennungsstellen weißer, mehliger Belag
Caragana arborescens				+		+	+ +	
Cercis Siliquastrum	–		–	–	–	–	–	
Impatiens noli tangere	+ +							Gleichzeitig mit dem Laubfall tritt auch Zerfall in Internodien ein
Evonymus europaeus		+ + +		+ +	+		+ +	An den Ablösungsstellen tritt an den Zweigen des Leuchtgasversuches ein dicker, weißer Belag auf
Vitis vinifera		+ + +		+ + +			–	
Aucuba japonica	–	(16 *cm*³) + +	–	(10 Tropfen) –				Bei den Zweigen in Leuchtgasatmosphäre findet sich an den Ablösungsstellen ein weißer, mehliger Belag

Hedera Helix (Jugendform)		+ (16 cm^3) + + (32 cm^3) + +		+ +				Chloroform in Konzentrationen von 20 Tropfen bis 3 cm^3 schädigt die Pflanze so stark, daß kein Laubfall eintritt
Hedera Helix (Altersform)		(16 cm^3) + +		(10 Tropfen) + +				Beim Leuchtgasversuch bildet sich am Blattstielgrunde ein Wuchergewebe, das nach Abfall des Blattes noch bedeutend zunimmt
Antirrhinum majus		–			–			
Linaria intermedia	–			–	–			
Lamium purpureum	–			–				
Nerium Oleander				–				
Vinca minor	–	(32 cm^3) + + +		(10—30 Tr.) –				An der Ablösungsstelle der Blätter tritt ein weißer, mehliger Belag auf
Vinca major		(16 cm^3) + +	(10 Tropfen)	(10 Tropfen) –				Dicker, weißer Belag an den Ablösungsstellen der Blätter beim Leuchtgasversuch. Pflanze in Chloroformatmosphäre stirbt bald ab
Ligustrum vulgare	+ +	+++ (16 cm^3) × (32 cm^3) ×	(10 Tr.) × (20 Tr.) + + (30 Tr.) + + +					Versuchszeit: Oktober
Ligustrum vulgare	+					+		Dicker, weißer Belag an den Ablösungsstellen der Blätter beim Leuchtgasversuch
Ligustrum Stautonii								Verhält sich in jeder Hinsicht wie *Ligustrum vulgare*

Pflanze	Kontrolle	Leuchtgas	Äther	Chloroform	Naphthalin	Terpentinöl	Benzol	
Sambucus nigra	+ + +	×			+ +			Versuchszeit: Oktober. Nach Ablösung des Laubes zerfällt die ganze Pflanze in einzelne Internodien. Von den Ablösungsstellen ausgehend greift eine weitgehende Gewebemazeration um sich, die sich oft auf mehrere Zentimeter von der Wundfläche erstreckt
Sambucus nigra		–		+ +	–	–		Versuchszeit: Juni. Der Zerfall in Internodien setzt schon vor dem Laubfall ein, so daß dieser nicht genau zu beobachten ist
Dahlia variabilis				–	–			Die Blattstiele beschreiben epinastische Krümmungen; am stärksten ist diese Erscheinung beim Leuchtgasversuch ausgeprägt
b) Blütenfall								
Delphinium consolida		×		+ + +			+ +	
Papaver rhoeas	+ + +	×			+ + +	×		Unter Leuchtgaseinwirkung werden auch noch nichtgeöffnete Knospen entblättert
Hypericum punctatum	–	–	–	–				
Philadelphus coronarius	+ +	×	+ +				+ +	Es werden zuerst die einzelnen Blütenteile und bald darauf (mitunter gleichzeitig) die Blütenböden mit einem kleinen Stielchen abgelöst
Rosa sp.	+	×		+	+ +			

Rosa sp. *(Crimson Rambler)*	+ / +				+ / +			Kampfer + · Phenol × · Anilin × · Nelkenöl × · Bei den Versuchen mit den sieben ersten Agentien lösten sich nach Abtrennung der einzelnen Blütenteile oder gleichzeitig damit auch die ganzen Blüten ab. Ein Teil dieser Versuche wurde gleichzeitig im Dunkeln angestellt. Die Ergebnisse stehen rechts vom Teilstrich aufgezeichnet. Eine Wiederholung der Versuche ergab dieselben Resultate
Robinia pseudacacia	++	× / ×	+++	× / ×	+++	+++ / ×	×	An den Ablösungsstellen der Blüten bildet sich ein weißer, mehliger Belag. Die Blüten lösen sich mit dem Stielchen ab, das mitunter durch ein Trennungsgewebe von der Blüte abgetrennt wird
Robinia glutinosa	++	×	×	++		++		
Cercis Siliquastrum		+++	++	++	+	+		Die Blüten lösen sich mit einem Drittel des Stielchens ab. An der Ablösungsstelle des Stielchens und der Blütenteile bildet sich beim Ätherversuch ein weißer, mehliger Belag
Spartium junceum		+++	+					
Colutea sp.	+	+++	++		+			
Impatiens noli tangere	+++	×	×		++			
Lysimachia punctata	++		+++	++		++		
Phlox paniculata								Auch Phenol, Anilin, Kampfer und Nelkenöl üben keinen wesentlichen Einfluß auf den Blütenfall

Pflanze	Kontrolle	Leuchtgas	Äther	Chloroform	Naphthalin	Terpentinöl	Benzol	
Echium vulgare	–		–	–	–	–	–	
Antirrhinum majus	+ +	+ + +	+ +		+ +		+ +	Phenol, Anilin, Nelkenöl und Kampfer hatten keinen wesentlichen Einfluß auf den Blütenfall
Ligustrum vulgare	++ | ++	× | ×	+ + + | + + +		++ | ++	+ + +		Neben den Korollen lösen sich auch die Blütenböden und Blütenstielchen ab. An allen Trennungsstellen tritt beim Leuchtgasversuch ein weißer, mehliger Belag auf. Die rechts vom Teilstrich angeführten Versuche wurden im Finstern angestellt
Sambucus nigra	+ +		+ + +	+ + +	+ +		+ +	Unter Naphthalineinwirkung wird nur die Korolle, unter dem Einfluß der übrigen Agentien wird sowohl die Blütenhülle, als auch der Kelch und der Blütenboden abgetrennt, gleichzeitig zerfällt der ganze Blütenstand in einzelne Internodien und es tritt weitgehende Gewebemazeration ein. Eine Wiederholung des Versuches zeigte deutlicher den hemmenden Einfluß des Naphthalins, stimmte im übrigen überein
Diervillea florida	+	×		+			+ +	Es fallen meist ganze Blüten ab, selten Korolle und Kelch getrennt. Eine Wiederholung des Versuches ergab dieselben Resultate
Campanula sp.	–	–	–	–	–	–	–	
Chrysanthemum vulgare	–	–				–		

Dahlia variabilis		–	–	–				
Centaurea cyanus	–	–	–	–	–	–	–	
Convallaria majalis	–	–	–	–	–	–	–	
Hemerocallis fulva	+	++	++					
c) Fruchtfall								
Berberis vulgaris	–		–	–	–			
Crataegus oxyacantha	+	++	–	–	–			
Evonymus europaeus	+	+++		++	+			Ein weißer, mehliger Belag zeigt sich an den Trennungsflächen beim Leuchtgasversuch. Die Früchte in Chloroformatmosphäre sind nach einigen Tagen dünkler gefärbt als die übrigen
Vitis sylvestris	–		–	–	–			
Ligustrum vulgare	+	+++	–		–			Unter Leuchtgas- und Chloroformeinwirkung zerfällt der ganze Fruchtstand. An den Trennungsstellen bildet sich ein Wuchergewebe
Sambucus nigra	+	×	+					Beim Leuchtgas- und Kontrollversuch folgt auf den Fruchtfall der vollständige Zerfall des Fruchtstandes
Sambucus ebulus	+		–		+		–	

Aucuba japonica nach 14 und bei *Vinca minor* nach 7 Tagen ausgelöst. Bei den stark transpirierenden Gewächsen läßt sich der Gaseinfluß ebenfalls nicht gut beobachten, weil die Hemmung der Transpiration als solche schon laubfallfördernd wirkt (Wiesner, I). Es fanden sich aber auch unter den Blüten solche, deren Ablösung durch die Luftfeuchtigkeit wesentlich befördert wird, so daß der Gaseinfluß ganz unbeachtet bleibt. So wird der Blütenfall bei *Robinia* durch Dampfsättigung sehr gefördert; noch deutlicher ist die beschleunigende Wirkung der feuchten Luft auf die Korollenablösung von *Phlox* und *Antirrhinum.* Die Beobachtungen Hanning's (I) stehen in diesem Fall meinen entgegen, denn er betont, daß Luftfeuchtigkeit keinen Einfluß auf den Blütenfall ausübt. Doch dürfte sich diese Verschiedenheit der Beobachtung damit erklären lassen, daß Hanning mit anderen Pflanzen arbeitete als ich.

Gar keine Beeinflussung der Ablösungsvorgänge durch die verschiedensten Einwirkungsmittel ist in all den Fällen zu beobachten, wo es sich entweder um Pflanzen handelt, die ihre Organe überhaupt nicht oder wenigstens zum Teil nicht abwerfen, oder wo es sich um die gegen äußere Einflüsse überhaupt sehr resistenten Koniferen handelt. Das letztere Ergebnis konnte ich mir anfangs gar nicht erklären, da Richter (V) über einen sogar sehr auffallenden Einfluß eben derselben Einwirkungsmittel berichtet, mit denen auch ich experimentierte. Das negative Ergebnis meiner Versuche läßt sich wohl nur durch den Umstand erklären, daß sie sämtlich im Winter angestellt wurden, zu einer Zeit, da unsere einheimischen Koniferen gegen äußere Einflüsse besonders geschützt sein müssen, während Richter vielleicht zu einer anderen Zeit experimentierte. Außerdem wurden in meinen Versuchen die Zweige der Nadelhölzer ebenfalls in feuchter Luft gehalten, weil es mir darauf ankam, den Einfluß der Dämpfe und Gase unter gleichen Bedingungen auf die verschiedensten Pflanzen zu untersuchen. Doch ist der wirksamste Faktor beim Nadelfall Wassermangel (Neger und Fuchs, I).

Der Umstand, daß Organe, die in der Natur niemals abgelöst werden und daher auch keinerlei Einrichtungen dazu haben, auch durch die verschiedensten Einwirkungsmittel nicht zum Abfallen gebracht werden können, trägt wesentlich zur richtigen Erkenntnis der Art der Gaswirkung auf die Ablösungserscheinungen überhaupt bei. Es geht daraus hervor, daß die Gase nicht imstande sind, Trennungen willkürlich hervorzurufen, sondern daß ihre Wirkung ausschließlich eine auslösende oder beschleunigende ist. Eine genaue Unterscheidung dieser beiden Wirkungen können wir fast nur beim Laubfall treffen, beim Blütenfall können die Beobachtungen wegen der kurzen Lebensdauer der Blüten im allgemeinen nicht eindeutig ausfallen. Von einer auslösenden Wirkung des Einwirkungsmittels kann man zum Beispiel beim Laubfall von *Robinia* und *Caragana* im Juni oder von *Laurus* im November sprechen.

Die spezifische Wirkung der Dämpfe und Gase trat ein, wie nach dem bisher darüber Bekanntgewordenen anzunehmen war, doch

weichen meine Beobachtungen in manchen Punkten von denen anderer Autoren etwas ab. So wurde mit Äther und Chloroform (5 Tropfen) in vielen Fällen eine fast ebenso starke Beeinflussung erzielt, wie durch Leuchtgas, während Hanning (I) mit einer Konzentration von 10 Tropfen gar keinen Erfolg erzielte. Auch Fitting (I) konnte bei seinen Versuchen nur mit sehr hohen Konzentrationen der eben erwähnten Reagentien eine Beschleunigung des Blütenblätterfalles erzielen, doch läßt sich das leicht erklären, weil Fitting überhaupt nur die Vorgänge unmittelbar nach Versuchsbeginn berücksichtigte (seine Versuche dehnten sich nie über mehrere Stunden aus). Auf dieselbe Art erklärt sich auch, daß er Terpentin als völlig einflußlos beurteilte. Für den Laubfall können wir im Durchschnitt folgende Abstufung der Gaswirkung annehmen. Leuchtgas wirkt am stärksten laubfallfördernd, Chloroform und Äther reagieren etwas schwächer, dann folgen Benzol und Terpentin und schließlich das Naphthalin, das in den meisten Fällen deutlich hemmend wirkt. Beim Blütenfall liegen die Verhältnisse ganz ähnlich, nur tritt die stärker fördernde Wirkung des Äthers gegenüber dem Chloroform hervor und die oft noch stärkere Hemmung des Naphthalins.

Beim Fruchtfall (über den ich infolge der wenigen untersuchten Vertreter kein ganz klares Bild gewinnen konnte) sehen wir in allen Fällen die fördernde Wirkung des Leuchtgases, in einigen auch die des Chloroforms, die übrigen Einwirkungsmittel wirken mehr minder hemmend.

Merkwürdigerweise ist aber auch der Einfluß der Einwirkungsmittel auf die verschiedenen Organe derselben Pflanze nicht gleich. Ich erinnere da nur an *Cercis siliquastrum*, wo ein deutlicher Einfluß auf Blüten und Blütenblätter zu beobachten war, während die Laubblätter in keinem Fall abgelöst wurden oder umgekehrt *Deutzia scabra*, wo eine deutliche Beeinflussung des Laubfalles, dagegen gar keine der Blüten zu beobachten war. Ein weniger krasser Fall ist *Ligustrum vulgare:* Äther wirkt auf den Blütenfall fast ebenso stark wie Leuchtgas, auf den Laubfall viel schwächer, auf den Fruchtfall ebenso wie Benzol und Naphthalin gar nicht.

Aber auch auf dasselbe Organ verschiedener Pflanzen wirken die Gase und Dämpfe nicht in der gleichen Weise. Leuchtgas wirkt in den meisten Fällen sehr laubfallfördernd, bei den meisten Immergrünen löst es allein Laubfall aus, doch wirkt es auf *Parietaria* geradezu laubfallhemmend. Ein ähnliches Verhalten finden wir auch bei näherem Eingehen in den Blütenfall.

Den Einfluß der verschiedenen Konzentrationen auf die Ablösungserscheinungen zu studieren, gelang nur sehr unvollkommen, denn die Werte der eben beginnenden Reizwirkung und schon bemerkbaren Schädigung des Gesamtorganismus liegen so nahe beisammen, daß eine Abstufung der Konzentration nicht immer möglich war. In einigen Fällen können wir eine Kurve annehmen, als deren Komponenten die steigend laubfallfördernde Wirkung einerseits und die, welche die gesamte Lebenstätigkeit hemmt, auf der anderen Seite anzusehen sind.

Eine wichtige Rolle spielte bei meinen Versuchen die Jahreszeit, in welcher sie durchgeführt wurden, und zwar werden da besonders zwei Faktoren beeinflußt, erstens die Temperatur und zweitens die anatomischen Verhältnisse des Blattstielgrundes. Der Einfluß der Jahreszeit war nur beim Laubfall zu studieren, doch zeigte sich in fast allen Fällen, daß die höhere Temperatur ein weit wichtigerer Faktor für das rasche Eintreten der Gaswirkung ist als die anatomische Differenzierung des Blattgrundes, und der Laubfall trat im Sommer viel rascher ein als im Herbst *(Robinia, Ligustrum)*.

Versuche darüber, ob die Lichtstärke von Einfluß auf die Gaswirkung ist, ergaben sowohl für den Laub- als auch den Blütenfall ein vollständig negatives Resultat. Der Laub- und Blütenfall trat immer bei den belichteten und beschatteten Pflanzen zugleich ein.

Nachdem die physiologischen Bedingungen der Gas- und Dampfwirkung auf die Ablösung von Blüten, Blättern und Früchten in großen Zügen besprochen sind, können wir uns den anatomischen Verhältnissen der Trennungen zuwenden. Obwohl die Unterschiede bei der Ablösung der verschiedenen Organe gegenüber denen in natürlichen Verhältnissen eher verschwinden, erscheint es doch vorteilhaft, die Verhältnisse bei Blättern, Blüten und Früchten getrennt zu behandeln.

Beim Laubfall wurden drei Möglichkeiten der Umgestaltung des Blattgelenkes beobachtet.

1. Das Trennungsgewebe ist bei Versuchsbeginn schon weitgehend differenziert, dann erfolgt die Loslösung durch die Tätigkeit dieses Gewebes. Das war bei allen Versuchen mit sommergrünen Pflanzen im Herbst der Fall. Ich erinnere da nur an einen Versuch mit *Ligustrum vulgare* und einen mit *Robinia pseudacacia*, die beide im Spätherbst angestellt wurden.

2. Das Gewebe des Blattgrundes ist noch gar nicht vorgebildet und wird erst unter dem Einfluß des Einwirkungsmittels in der normalen oder einer davon abweichenden Art ausgebildet. Der erste Fall trat zum Beispiel bei *Robinia* und *Caragana* im Frühjahr ein. Die Ausbildung eines veränderten Trennungsgewebes war an *Laurus nobilis* zu beobachten, und zwar ganz in der von Löwi (I) beschriebenen Weise. Fast ganz übereinstimmend mit *Laurus* verhält sich *Vinca major*, wo die Trennung ebenfalls durch das Auswachsen der Trennungszellen zu Schläuchen erfolgt.

3. Die Trennung erfolgt in einer anatomisch vom umliegenden Gewebe nicht unterscheidbaren Zone. Dieser Fall findet sich unter anderen bei *Aucuba japonica* verwirklicht.

Die Verhältnisse, die beim Blüten- und Blütenblätterfall beobachtet wurden, sind wesentlich einfacher. Die Ablösung erfolgt entweder in einem anatomisch ausgezeichneten oder dem umgebenden Gewebe homologen Zellkomplex. Zur sekundären Ausbildung eines Trennungsgewebes kommt es in diesen Fällen nie. Meine Beobachtungen über die Anatomie der Korollen- und Blütenablösung stimmen in jeder Hinsicht mit Feststellungen Kubart's (I) und

Hanning's (I) überein. Doch, da ich die Ablösung der eben genannten Organe nicht nur an verschiedenen Pflanzen beobachtete, sondern mitunter an derselben Pflanze die Ablösung einzelner Blütenteile und der ganzen Blüten feststellte, so scheint es mir gut, drei Typen aufzustellen:

1. Es werden nur die einzelnen Blütenteile abgeworfen, und zwar handelt es sich entweder nur um einzelne Korollenblätter, wie wir es zum Beispiel bei *Delphinium* beobachten konnten, oder es wird die ganze Kronenröhre abgelöst, ich denke da unter anderem an *Antirrhinum*. Die Staubgefäße verhalten sich in einigen Fällen wie die Korollenblätter, in anderen bleiben sie festsitzen. Ein Beispiel für die Übereinstimmung der Ablösung der Staubfäden mit der der Korollenblätter ist *Papaver*. Auch die Beschaffenheit des Trennungsgewebes der beiden Organe ist vollkommen übereinstimmend.

2. Die ganze Blüte wird mit einem Teil des Stielchens abgetrennt. Diese Erscheinung war an allen von mir untersuchten Leguminosen zu beobachten, mit Ausnahme von *Cercis siliquastrum*.

3. Es werden die einzelnen Blütenteile und die ganzen Blüten (meist zeitlich aufeinanderfolgend) abgetrennt. Diesem Typus gehören weitaus die meisten Pflanzen an, mit denen gearbeitet wurde. Als Beispiel sei nur angeführt: *Philadelphus coronarius*, als Vertreter der Choripetalen, und *Sambucus nigra* von den Sympetalen.

Beim Fruchtfall wurde in allen Fällen derselbe Ablösungstypus beobachtet. Die Frucht wurde bei allen von mir untersuchten Pflanzen mit einem Teil des Stielchens abgetrennt. Die meisten Fruchtfallversuche wurden im Herbst angestellt, zu einer Zeit, da das Trennungsgewebe schon weitgehend differenziert war. Die Ablösung erfolgte stets in der von Feher (I) beschriebenen Weise.

Einige Besonderheiten in anatomischer Hinsicht traten unter Gaseinwirkung in gleicher Weise beim Laub-, Blüten- und Fruchtfall auf, und so können sie für diese Organe gemeinsam besprochen werden. Sehr auffallend ist da vor allem die Art des Wundverschlusses. Gleich nach erfolgter Ablösung beginnt die Narbe anzuschwellen und erscheint dem unbewaffneten Auge als mit einem weißen, mehligen Belag überzogen. Bei mikroskopischer Untersuchung stellte sich heraus, daß es sich um eine mehr minder weitgehende Gewebeauflockerung handelt. Die Zellen sind durchwegs lebend und enthalten mitunter auch kleine Chlorophylkörner, im allgemeinen sind sie arm an plastischen Baustoffen. Das Gewebe erhält die weiße Farbe dadurch, daß alle Interzellularen lufterfüllt sind. Zellteilungen konnte ich nur selten beobachten, dagegen häufig bedeutende Zellhypertrophien. Die ganze Erscheinung hat stark hyperhydrischen Charakter und das Gewebe große Ähnlichkeit mit dem Wuchergewebe der Lentizellen. In einigen Fällen zeigte sich eine leichte Anschwellung in der Gegend der Trennungszone noch vor dem Abfallen des Organes. Die Epidermiszellen weichen bald darauf auseinander und das mazerierte Gewebe dringt hervor, nach kurzer Zeit wird das Organ abgeworfen und die beiden Trennungsflächen sind mit dem

früher erwähnten weißen Belag bedeckt. Am deutlichsten waren die eben geschilderten Erscheinungen beim Zerfall der Blütenstände von *Sambucus nigra* zu beobachten. Die Gewebemazeration setzte da meist schon vor der Ablösung der Organe ein und erstreckte sich schon nach 2 bis 3 Tagen auf Stengelstückchen von mehreren Zentimeter Länge. Die Epidermis ließ sich auf weite Strecken hin unverletzt abheben und das darunterliegende Gewebe bestand aus lauter isolierten Zellen, die sonst aber völlig intakt waren, wovon ich mich in mehreren Fällen durch Plasmolyse überzeugte. Die eben geschilderten Erscheinungen traten am ausgiebigsten und raschesten unter Leuchtgaseinwirkung ein, ebenso wirkte Äther sehr günstig. Die übrigen Agentien konnten keine so weitgehende Mazeration auslösen.

Eine andere Eigentümlichkeit der Ablösungsvorgänge, befördert durch verschiedene Einwirkungsmittel, ist das Ausbilden mehrerer übereinanderliegender Trennungsgewebe zur Ablösung eines Organes. Zum Beispiel werden bei den meisten Leguminosen zuerst alle Fiederblättchen und gleich darauf das ganze Blatt abgelöst, ebenso wirft *Ligustrum vulgare* zunächst die Korollen, dann die Blütenböden mit einem kleinen Stielchen ab und schließlich zerfällt der ganze Blütenstand. Wenn der ganze Vorgang aber auf den Zeitraum weniger Stunden zusammengedrängt wird, kann er nicht immer in der angegebenen Reihenfolge vor sich gehen, sondern es beginnt oft ein gleichzeitiges Ausdemverbandegehen aller Trennungszellen der verschiedenen Zonen.

Somit glaube ich die anatomischen und physiologischen Verhältnisse bei der Ablösung von Blättern, Blüten und Früchten unter dem Einfluß von Dämpfen und Gasen so weit geklärt zu haben, um an die Entscheidung der Frage gehen zu können, ob es sich dabei um pathologische oder normale Trennungen handelt.

Mühldorf (I) bezeichnet, entsprechend seiner teleologischen Einstellung, Trennungen, die ohne besonderen »Zweck« erfolgen, als fast immer pathologisch. Er unterscheidet weiter zwischen zwei Typen von pathologischen Trennungen, bei dem ersten wird die ganze Pflanze durch unnatürliche Außenbedingungen in einen krankhaften Zustand versetzt, der zur Ablösung führt, beim zweiten kommt es zur Ausbildung eines pathologisch veränderten Trennungsgewebes. Das Ergebnis meiner Untersuchungen läßt sich unter die beiden Typen völlig zwanglos einordnen. In den meisten Fällen handelt es sich um eine Reaktion auf unnatürliche Außenbedingungen; ob dabei eine krankhafte Veränderung der ganzen Pflanze angenommen werden muß, wird erst im nächsten Absatz entschieden werden. Zu der Ausbildung eines eigentlich pathologischen Trennungsgewebes kommt es nur in einzelnen Fällen. Auch vom Standpunkte Pfeiffer's (V) gesehen, sind fast alle durch Gas- oder Dampfeinwirkung herbeigeführten Trennungen als pathologisch zu bezeichnen.

Es bleibt nun nur mehr die Frage zu entscheiden, ob es sich bei dem Einfluß der Dämpfe und Gase um eine Reaktion des Gesamt-

organismus, oder um eine lokal beschränkte der Trennungsgewebe handelt. Im ersten Fall müßten wir die Organablösung in einer verunreinigten Atmosphäre auf ein geradezu zielbewußtes Handeln des Gesamtorganismus zurückführen, der durch die ungünstigen Bedingungen veranlaßt wird, seine Oberfläche zu verkleinern und so die entfernbaren Organe abstößt. Für diese Deutung würde die ungeheure Empfindlichkeit der Pflanze gegen allerlei Verunreinigungen der Atmosphäre sprechen (Molisch, III; Richter I—V), doch handelt es sich bei diesen Beobachtungen meist um eine längere Reaktionsdauer. Ein Vorgang von solcher Kompliziertheit wie die Organablösung bei Annahme der ersten Deutungsweise, kann sich aber wohl kaum in einem Zeitraum von mitunter einigen Stunden abspielen. Überdies waren die abgeworfenen Organe noch völlig frisch und ließen gar keine Veränderungen erkennen, ebenso hielt sich das zurückgebliebene Stammstückchen oft noch viele Tage ohne zu welken, also kann von einer bedeutenden Schädigung, die den Abfall bedingen würde, nicht die Rede sein. Wir müssen es somit ablehnen, die Ablösung verschiedener Organe unter ungünstigen Bedingungen als eine Reaktion des Gesamtorganismus anzusehen.

Wenden wir uns nun der zweiten Erklärungsmöglichkeit zu. Wir müssen unser Augenmerk da zunächst auf das Trennungsgewebe lenken und die Art, wie es funktioniert. Die anatomische Differenzierung interessiert uns nur insofern, als sie sich auf den chemischen und physikalischen Zustand der Trennungszellen bezieht. Diese Zellen zeichnen sich durch ihren Stärkereichtum aus, eine Erscheinung, die Pfeiffer (I) am Blattstielgrunde auf Stauung der Assimilate zurückführte, die wirkende Kraft im Trennungsgewebe ist der Turgor (mitunter unterstützt durch die mazerierende Wirkung von Säuren). Eine Erhöhung oder Herabsetzung des Turgors der Trennungszellen bewirkt die Ablösung. Die turgorsteigernde Kraft der Narkotika wurde von Richter (III) zunächst durch das Experiment bewiesen und in späteren Untersuchungen (IV) sogar durch Messungen bestätigt, die einen Überdruck von sieben Atmosphären ergaben. Wir können also mit völliger Sicherheit darauf schließen, daß alle durch Narkotikaeinwirkung beförderten Ablösungserscheinungen auf den turgorsteigernden Einfluß dieser Stoffe zurückzuführen sind. Auch Molisch (III) führt sowohl Laubfall als auch Lentizellenwucherungen in mit Tabakrauch verunreinigter Atmosphäre auf eine Turgorsteigerung zurück. Pfeiffer (III) gibt anschließend an seine Untersuchung über den Einfluß der Narkotika auf die Ablösung der männlichen Blüten von *Vallisneria spiralis* eine einleuchtende Erklärung für die spezifische Wirkung des Einwirkungsmittels auf die Trennungsgewebe: Der physiko-chemische Zustand der Trennungszellen ist schon vor der Trennung ein von den übrigen Zellen abweichender, äußerlich erkennbar an den Stärkeanhäufungen. Wir könnten uns den Verlauf der Reaktion nun so erklären, daß unter dem Einfluß der Narkotika ein rascher Abbau der Stärke zu osmotisch wirksamen Stoffen (Zucker) eintritt, durch die die Turgorsteigerung bewirkt wird. Wir können

nach allen diesen Überlegungen und sowohl den eigenen Erfahrungen, wie denen anderer Autoren zufolge mit gutem Grund die Wirkung der Dämpfe und Gase auf ihren turgorsteigernden Einfluß zurückführen und in den Trennungsgeweben infolge ihrer abweichenden chemischen Zusammensetzung besonders geeignete Reaktionsgewebe erkennen.

Es lassen sich noch einige Tatsachen anführen, die diese Annahme unterstützen. Der Vollständigkeit wegen müssen einige schon früher mitgeteilte Erfahrungen hier nochmals gebracht werden, so das Abfallen von Blättern, Blüten und Früchten in noch völlig frischem Zustand und die mitunter überraschend kurze Zeit, in der es vor sich geht. Eine wichtige Unterstützung findet meine Deutung durch die auch schon an anderer Stelle hervorgehobene Ausbildung mehrerer Trennungsgewebe zur Abgliederung eines Organes. Es kann sich in diesen Fällen gar nicht um die Erreichung eines Zweckes, nämlich die Abgliederung handeln, denn die wäre schon durch die Ausbildung und das Funktionieren eines Gewebes erreicht, sondern dieses Verhalten ist nur als Reaktion auf einen Reiz zu deuten, der an all den Stellen wirksam wird, wo die Fähigkeit zur Ausbildung eines Trennungsgewebes im Bau der Pflanze gegeben ist. Der eigenartige Wundverschluß, der oft stark hyperhydrischen Charakter trägt, ebenso wie das Auftreten von Lentizellen und Rindenwucherungen sind ebenfalls auf eine Erhöhung des Turgors in Narkotikaatmosphären zurückzuführen.

Es kommt aber in all den Fällen noch eine Eigenschaft der Narkotika zur Geltung, nämlich ihre in geringen Mengen stimulierende Wirkung (Czapek, I). Diese wurde schon bei einigen Frühtreibmethoden (Molisch, V; Weber, I) berücksichtigt und dürfte auch bei Pflanzentrennungen eine Rolle spielen, besonders in den Fällen, wo sekundäre Teilungen auftreten.

Es scheint mir nach den eben mitgeteilten Erfahrungen vollkommen berechtigt, den Einfluß der von mir untersuchten Dämpfe und Gase (die fast alle eine narkotisierende Wirkung ausüben) auf ihre turgorsteigernde Kraft und in einigen Fällen auch auf ihre stimulierende Wirkung zurückzuführen, die beide vor allem die Trennungsgewebe oder in diesen Dienst tretende Gewebepartien beeinflussen.

Anhang.

Bei einigen Pflanzen fiel neben den eben aufgezählten Ablösungserscheinungen auch das Auftreten von Lentizellenwucherungen auf, deren Bildung durch gasförmige Verunreinigungen der Atmosphäre deutlich gefördert schien. Da sich eine gewisse Übereinstimmung mit den Vorgängen bei den Organablösungen voraussehen ließ und über den Einfluß von Dämpfen und Gasen auf Lentizellenwucherungen in der Literatur erst sehr wenige Angaben zu finden waren, wie die folgende Übersicht zeigen wird, wurden einige Versuche zur Klärung dieser Verhältnisse angestellt.

Aus den Untersuchungen von Schenk (I), Göbel (I), Tubeuf (I), Wieler (I), Devaux (I) ergab sich schließlich die heute allgemein anerkannte Deutung der Lentizellenwucherungen, wie wir sie unter anderen bei Küster (I) finden. Ihre Bildung wird hier als Reaktion auf einen Feuchtigkeitsreiz aufgefaßt. Aus den Arbeiten von Molisch (II), Richter (III) und Wallace (I) geht hervor, daß neben der Feuchtigkeit auch verschiedene gasförmige Verunreinigungen der Atmosphäre fördernd auf die Bildung von Lentizellenwucherungen wirken.

Über das Auftreten von Rindenwucherungen, den Lentizellenwucherungen nahverwandten Bildungen, berichten Sorauer (II) und Küster (I). Intumeszenzen sind nach Küster (I) auf kleinere Gewebepartien beschränkte Rindenwucherungen, die nach Smith (I) durch Dämpfe von Aldehyd, Ammoniak und Salzsäure hervorgerufen werden können.

Das Ziel der nun folgenden Untersuchungen war festzustellen, ob verschiedene gasförmige Verunreinigungen der Atmosphäre einen Einfluß auf die Ausbildung von hyperhydrischen Geweben ausüben und ferner, ob zwischen dem Auftreten der genannten Hypertrophien und den Ablösungserscheinungen verschiedener Organe Übereinstimmungen zu erkennen sind, die vielleicht zur richtigen Erkenntnis beider Vorgänge beitragen könnten.

Bei der Materialbeschaffung und Versuchsanstellung wurde im wesentlichen so vorgegangen wie oben (Material und Methodik) angegeben ist. Die Versuchszweige hatten meist einen Durchmesser von 1 bis 2 *cm* und wurden in einer Länge von 10 bis 15 *cm* abgeschnitten, darauf in zur Hälfte mit Wasser gefüllte Batteriegläser gesteckt und den verschiedenen Einwirkungsmitteln ausgesetzt.

Ginkgo biloba.

Versuchsdauer ein Monat (17. I. bis 17. II.).

Kontrolle: Nach 17 Tagen beginnen die Lentizellen schwach zu wuchern und bleiben dann bis Versuchsbeendigung fast unverändert.

Azetylen: Die Lentizellen beginnen nach 14 Tagen zu wuchern, das Wuchergewebe nimmt rasch zu und ergrünt stark. Eine Woche später zeigen sich auch Rindenwucherungen, die ebenfalls rasch an Ausdehnung zunehmen.

Die Wucherungen sind über und unter der Wasseroberfläche gleich stark ausgebildet. Bei Versuchsbeendigung stirbt das hyperhydrische Gewebe zum Teil ab.

Alnus glutinosa.

Es traten im Verlauf von einem Monat (Versuchszeit dieselbe wie oben) keine Wucherungen auf, doch muß bemerkt werden, daß die verwendeten Stämmchen nur eine Dicke von ungefähr $^1/_2$ *cm* hatten. Bei allen Versuchszweigen lösten sich die Kätzchen nach 10 Tagen ab und das Gewebe an der Wundstelle zeigte deutlich den Charakter eines Wuchergewebes. Die verwendeten Einwirkungsmittel waren: Leuchtgas, Naphthalin, Terpentin, Äther und Azetylen.

Salix viminalis.

Versuchsdauer 14 Tage (24. II. bis 9. III.).

Unter Leuchtgas-, Azetylen- und Äthereinwirkung treten die Wucherungen gleichzeitig mit dem Kontrollversuch nach 5 Tagen auf und nehmen auch gleich-

mäßig an Zahl und Größe zu. Nebenbei fällt das reichliche Auftreten von Wurzel- und Laubtrieben auf, die aber in keinem Zusammenhang mit den Lentizellenwucherungen stehen.

Populus nigra.

Versuchsdauer 37 Tage (17. I. bis 23. III.).

Kontrolle: Nach 3 Wochen treten einige kleine Rindenwucherungen auf, die nicht merkbar wachsen.

Leuchtgas: Rindenwucherungen treten nach 17 Tagen auf und nehmen dann Größe rasch zu.

Azetylen: Erstes Auftreten der Rindenwucherungen nach 17 Tagen, sie nehmen rasch an Ausdehnung zu.

Äther: Die Stämmchen zeigen dasselbe Verhalten wie die Kontrollzweige.

Bei Versuchsbeendigung zeigen die Hypertrophien noch keine Spuren, die auf baldiges Zugrundegehen schließen ließen. Bald nach Beginn der Wucherungen fällt in der Mitte einer jeden eine kleine Laubknospe auf. Unter Leuchtgas und Azetyleneinfluß fallen auch Zweigabsprünge und die Ablösung ganzer noch uneröffneter Knospen auf.

Populus canadensis.

Versuchsdauer ein Monat (22. II. bis 22. III.).

Kontrolle: Schwache Lentizellenwucherungen beginnen nach 3 Wochen, ebenso Rindenwucherungen an allen Stellen, wo Knospen hervorbrechen.

Leuchtgas: Schwache Lentizellen- und Rindenwucherungen beginnen nach 14 Tagen und nehmen rasch an Größe zu.

Äther: Schwache Lentizellen- und Rindenwucherungen beginnen nach 17 Tagen.

Azetylen: Lentizellen- und Rindenwucherungen beginnen nach 14 Tagen und vergrößern sich rasch.

Bei Versuchsbeendigung sind die Lentizellenwucherungen und die Rindenwucherungen an den Stellen, wo Knospen hervorbrechen, bei allen Versuchen gleich stark entwickelt. Beim Azetylenversuch sind starke Wucherungen an den Ansatzstellen der Seitenzweige ausgebildet.

Ulmus campestris.

Versuchsdauer ein Monat (22. II. bis 22. III.).

Kontrolle: Lentizellenwucherungen beginnen nach 10 Tagen und vermehren sich ziemlich rasch.

Leuchtgas: Es werden bis Versuchsbeendigung fast keine Wucherungen gebildet.

Äther: Zeigt anfangs eine leichte Hemmung gegenüber Kontrolle, dann werden zahlreiche Wucherungen gebildet.

Azetylen: Verhält sich anfangs wie der Ätherversuch, nach 3 Wochen zeigt sich in der Ausbildung der Lentizellenwucherungen eine Übereinstimmung mit der Kontrolle, gleichzeitig treten zahlreiche starke Rindenwucherungen auf, die schließlich den ganzen Stamm bedecken.

Robinia pseudacacia.

Versuchsdauer ein Monat (6. XIII. bis 6. I.).

Unter dem Einfluß von Leuchtgas, Äther, Benzol, Chloroform- und Terpentindämpfen tritt ebenso wie beim Kontrollversuch keine Wucherung auf.

Caragana arborescens.

Versuchsdauer ein Monat (9. XII. bis 9. I.).

Kontrolle: Nach 17 Tagen treten kleine Wucherungen auf, die nur langsam Größe und Zahl zunehmen.

Leuchtgas: Lentizellen beginnen nach 10 Tagen zu wuchern und nehmen rasch an Größe und Zahl zu.

Äther: Die ersten Lentizellenwucherungen treten nach 6 Tagen auf und wachsen sehr rasch. Nach einer Woche herrscht vollkommene Übereinstimmung der Wucherungen mit den unter Leuchtgaseinwirkung aufgetretenen.

Chloroform, Benzol: Die Wucherbildung ist gegenüber der Kontrolle etwas gefördert.

Terpentin, Naphthalin: Die Stämmchen sind nach einer Woche verschimmelt, ohne Wucherungen zu bilden.

Die Wucherungen traten bei allen Versuchen fast ausschließlich ober der Wasseroberfläche auf. Bei Versuchsbeendigung beginnt das Wuchergewebe zum Teil abzusterben. Der Versuch wurde mit nahezu demselben Ergebnis einen Monat später wiederholt.

Aesculus hippocastanum.

Versuchsdauer ein Monat (7. II. bis 7. III.).

Nach 3 Wochen treten bei allen Versuchszweigen schwache Wucherungen auf, die nicht wesentlich wachsen. Ein Einfluß der verschiedenen Einwirkungsmittel ist nicht zu beobachten. Nebenbei fällt noch auf, daß die noch völlig geschlossenen Knospen unter Äther-, Azetylen- und Leuchtgaseinwirkung in wenigen Tagen aufgehen, wobei sich Azetylen am wirksamsten erweist.

Ligustrum vulgare.

Versuchsdauer 40 Tage (1. II. bis 9. III.).

Kontrolle, Äther: Es treten keine Wucherungen auf.

Azetylen, Leuchtgas: Schwache Lentizellenwucherungen zeigen sich nach 25 Tagen und nehmen nicht wesentlich zu.

Chloroform, Naphthalin: Die Stämmchen verschimmeln naeh 2 Wochen.

Syringa persica.

Versuchsdauer 40 Tage (1. II. bis 9. III.).

Kontrolle: Nach 27 Tagen treten die ersten Lentizellenwucherungen auf und nehmen kaum merklich zu.

Leuchtgas: Lentizellen beginnen nach 14 Tagen wuchern und nehmen rasch an Zahl und Größe zu.

Äther: Verhält sich wie Leuchtgas.

Azetylen: Wirkt noch intensiver als Leuchtgas, es treten an den Verzweigungsstellen auch Rindenwucherungen auf.

Gegen Versuchsbeendigung beginnen die Wuchergewebe abzusterben. Eine frühtreibende Wirkung war bei allen angegebenen Einwirkungsmitteln zu beobachten.

Sambucus nigra.

Versuchsdauer 12 Tage (27. I. bis 8. II.).

Kontrolle: Beginn der Wucherungen nach 8 Tagen.

Leuchtgas: Lentizellen beginnen nach einer Woche zu wuchern und nehmen dann rasch an Größe zu.

Äther: Lentizellenwucherungen treten nach einer Woche auf und nehmen dann sehr rasch zu.

Terpentin: Lentizellen unter Wasser beginnen nach einer Woche zu wuchern.

Naphthalin: Lentizellenwucherungen treten nach einer Woche auf und nehmen Zahl noch etwas zu.

Benzol: Es treten überhaupt keine Wucherungen auf.

Bei Versuchsbeendigung sind die Wucherungen der Zweige des Leuchtgas- und Ätherversuches am zahlreichsten und größten. Die Zellen des Wuchergewebes sind in Größe und Gestalt bei den einzelnen Versuchen etwas verschieden.

Sambucus nigra.

Versuchsdauer 10 Tage (14. II. bis 24. II.).

Kontrolle:	Nach einer Woche wird die Korkhülle der Lentizellen gesprengt, zur Bildung eines eigentlichen Wuchergewebes kommt es nicht.
Chloroform:	Nach einer Woche treten zahlreiche Wucherungen auf, die in den nächsten Tagen noch bedeutend zunehmen.
Leuchtgas:	Verhält sich ebenso wie Chloroform.
Äther:	Wirkt etwas schwächer als Chloroform.
Alkohol:	Verhält sich wie Äther.
Terpentin:	Stimmt in der Wirkung mit Chloroform überein.
Benzol, Naphthalin, Ammoniak	Die Wucherbildung ist kaum stärker als beim Kontrollversuch.
Schwefelkohlenstoff	Die Wucherungen bleiben ganz aus, weil dieses Gas tötend wirkt.
Chloralhydrat:	Ganz schwache Lentizellenwucherungen beginnen nach einer Woche.
Warmbad:	Nach 6 Tagen treten bereits starke Wucherungen auf, die noch ständig zunehmen.
Essigsäure:	Wirkt in derselben Weise wie Chloralhydrat.

Bei Versuchsbeendigung zeigen alle Versuchszweige zahlreiche Wucherungen mit Ausnahme der in Benzolatmosphäre gewesenen. Bei den eben geschilderten Versuchen wurde das Einwirkungsmittel stets nur während 24 Stunden zugeführt und darauf alle Versuchsobjekte in reine Luft übertragen.

Beim Warmbadversuch wurden die Zweige in Wasser untergetaucht in einen Thermostaten gestellt bei einer Temperatur von 34° und dann in der üblichen Weise weiterbehandelt.

Solanum tuberosum.

Versuchsdauer 3 Wochen (4. V. bis 25. V.).

Kontrolle:	Intumeszenzbildung bleibt ganz aus.
Naphthalin, Terpentin	Verhalten sich wie der Kontrollversuch.
Leuchtgas, Chloroform	Nach 6 Tagen treten einige Intumeszenzen an den Stämmchen auf, die nicht wesentlich zunehmen.
Äther:	Nach 5 Tagen zeigen sich erste Intumeszenzen an den Stämmchen, die rasch an Größe und Zahl zunehmen und schließlich die ganzen Stengel bedecken.

Zu den oben angeführten Versuchen wurden Topfpflanzen von 15 bis 20 *cm* Höhe verwendet. Die kleineren Blätter dieser Pflanzen starben bei allen Versuchen schon nach wenigen Tagen ab, so daß die Intumeszenzbildung nur an den Stämmstücken zu beobachten war.

Der Versuch wurde mit ähnlichen Ergebnissen wiederholt.

Der Großteil der Versuche zeigt eine auffallende Förderung hyperhydrischer Gewebe (Lentizellen- und Rindenwucherungen) durch die Einwirkung von Gasen und Dämpfen. Als die wirksamsten Einwirkungsmittel erkennen wir Leuchtgas, Azetylen und

Äther, die letzteren zwei Agentien finden auch beim Frühtreiben vieler Pflanzen (Molisch, IV; Weber, I) Anwendung, ebenso das Warmbad, durch dessen Einwirkung ebenfalls eine Förderung der Wucherbildung zu beobachten war. Die Empfindlichkeit der verschiedenen Pflanzen gegenüber gasförmigen Reizstoffen ist sehr verschieden. Wir können zwischen solchen unterscheiden, bei denen Lentizellenwucherungen überhaupt nicht auftreten, anderen, bei denen die Gase ohne Einfluß bleiben, und denjenigen, bei denen Gewebehypertrophien durch die verschiedensten Einwirkungsmittel auffallend gefördert werden. Versuche wurden nur mit Pflanzen angestellt, deren Vermögen, im feuchten Raum Lentizellenwucherungen zu bilden, bekannt ist (Devaux, I; Tubeuf, I). Einen völligen Mißerfolg ergab nur der Versuch mit *Robinia*; andere Pflanzen *(Salix, Ulmus)* werden durch feuchte Luft allein so zur Wucherbildung angeregt, daß der Gaseinfluß nicht zu beobachten war. Als günstigstes Versuchsobjekt erwies sich *Sambucus nigra*, bei dem sogar ein Einfluß der sonst weniger wirksamen Einwirkungsmittel zu bemerken war. Die Wucherungen traten auch nach wesentlich kürzerer Einwirkungsdauer auf, es genügte sogar, wenn die Dämpfe und Gase nur für 24 Stunden eingeleitet wurden, um eine stärkere Wucherbildung zu erzielen. In einigen Fällen nahmen die Wucherungen an Größe bedeutend zu und vereinigten sich zu Längsrissen, den Rindenwucherungen. Bei einigen anderen Pflanzen *(Populus nigra, Ginkgo biloba)* traten Rindenwucherungen selbständig auf, d. h. nicht in Verbindung mit Lentizellenwucherungen. Bei *Populus* bildeten sich nach weniger Zeit Risse in der Rinde, aus denen ein weißes Gewebe hervorbrach, das anfangs noch ziemlich kohärent war und in dessen Mitte eine kleine Laubknospe auftauchte. Die anatomische Untersuchung ergab, daß es sich um die von Jost (I) eingehend studierten schlafenden Knospen handelt.

Unabhängig von den eben geschilderten Wucherbildungen fiel bei einigen Versuchspflanzen, besonders bei *Salix viminalis*, die deutliche Beschleunigung der Wurzelbildung in Narkotikaatmosphäre auf. Diese Tatsache ist ein weiteres Beispiel für die von Molisch (III) erkannte Tatsache, daß auch die Wurzeln mitunter zu einer unfreiwilligen Ruhe gezwungen sind und aus ihr durch verschiedene Mittel geweckt werden können.

Kein nennenswerter Einfluß der Dämpfe und Gase wurde auf die Intumeszenzbildung der Kartoffel beobachtet. Doch läßt sich dieses negative Ergebnis wohl dadurch erklären, daß sämtliche Versuchspflanzen wenig resistent waren, was wohl die Folge des Austreibens in einer ungewohnten Jahreszeit und unter unnatürlichen Bedingungen war. Besonders die Blätter starben schon nach wenigen Tagen ab.

Was nun die anatomischen Merkmale betrifft, so zeigten die durch Gas- und Dampfwirkung hervorgerufenen Lentizellen- und Rindenwucherungen ganz dieselben Eigentümlichkeiten, wie sie an

hyperhydrischen Geweben schon oft beobachtet und unter anderen von Küster (I) geschildert wurden. Kleine Abweichungen in Größe und Gestalt der Zellen des Wuchergewebes, je nach seiner Entstehung in durch Äther, Leuchtgas, Terpentin oder Chloroform verunreinigter Atmosphäre dürften wohl auf Unterschiede des Turgordruckes zurückzuführen sein, aber für die Deutung der ganzen Erscheinung wenig Bedeutung haben. Wichtig für die Deutung des Gaseinflusses ist der Umstand, daß nicht nur zwischen dem Gewebe der Lentizellen- und Rindenwucherungen völlige Übereinstimmung herrscht, sondern in den Fällen, wo zu gleicher Zeit die Ablösung ganzer verholzter Zweige oder noch ungeöffneter Knospen zu beobachten war, auch die Zellen der Trennungsgewebe mit denen der Wucherungen vollkommen analog waren. Wir können daraus schließen, daß dieselbe Eigenschaft der Narkotika, nämlich ihre turgorsteigernde Wirkung, die Organablösungen fördert, auch auf die Bildung hyperhydrischer Gewebe günstig wirkt. Diese Deutung der Verhältnisse wird durch folgenden Satz Küster's (I) bekräftigt: »Alle physikalischen und chemischen Mittel, die eine Erhöhung des Turgordruckes herbeiführen, können an geeigneten Objekten auch hyperhydrische Zellen- und Gewebeveränderungen veranlassen.

Zusammenfassung.

1. Die Wirkung von Dämpfen und Gasen auf die Ablösung von Blättern, Blüten, einzelnen Blütenteilen und Früchten ist in fast allen Fällen deutlich erkennbar.

2. Sie unterbleibt nur, wenn

a) die Möglichkeit zur Abgliederung eines Organes im Bau der Pflanze nicht gegeben ist und unter natürlichen Umständen niemals eintritt;

b) bei Pflanzen, die gegen äußere Einflüsse aller Art sehr resistent sind und

c) bei solchen, die gegen Luftfeuchtigkeit und damit verbundene Hemmung der Transpiration sehr empfindlich sind.

3. Die bei der Untersuchung verwendeten Einwirkungsmittel bedingen fast immer eine Beschleunigung der Ablösungsvorgänge. Die Intensität der Wirkung ist für die einzelnen Agentien verschieden.

4. Eine Ausnahme bildet das Naphthalin, das fast immer hemmend auf die Trennungen wirkt.

5. Die Einwirkungsmittel beeinflussen nicht alle Organe einer Pflanze in derselben Weise.

6. Aber auch das Verhalten eines Organes gegenüber einem Agens ist bei den verschiedenen Pflanzen nicht gleich.

7. Die beobachteten Trennungen sind fast ausnahmslos als pathologisch im Sinne von Pfeiffer und Mühldorf zu bezeichnen.

8. Zur Ausbilduug eines pathologischen Trennungsgewebes (nach Mühldorf) kommt es dagegen nur sehr selten.

9. Alle eben angeführten Erscheinungen sind auf die spezifische Reaktionsfähigkeit der Trennungsgewebe gegenüber dem Einfluß von Dämpfen und Gasen zurückzuführen.

10. In einem Anhang enthält die Arbeit noch einige Beobachtungen über den Einfluß von Dämpfen und Gasen auf Lentizellen- und Rindenwucherungen. Diese Untersuchungen zeigen deutlich:

a) den fördernden Einfluß der meisten Agentien auf die Wucherbildung und

b) die mitunter große Übereinstimmung der durch Gaseinwirkung hervorgerufenen hyperhydrischen Wucherungen mit den Trennungsgeweben.

Literaturverzeichnis.

Bretfeld V., I. Über Vernarbung und Blattfall. Jahrb. f. wiss. Bot., 1879, Bd. XIII, p. 133.

Candolle A. de, I. Mém. s. l. lenticelles des arbres et de dével. des racines qui en sortent. Ann. Sc. Nat. 1826, VIII., p. 5.

Czapek Fr., I. Biochemie der Pflanzen, 2. Auflage, Bd. I, p. 160.

Devaux, I. Recherches sur les lenticelles. Ann. Sc. Bot., 1912, 8me sér., XII., p. 139.

Dingler H., I. Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall. Ber. d. D. Bot. Ges., 1905, Bd. XXIII, p. 463.

Fehér D., I. Untersuchungen über den Abfall der Früchte einiger Holzpflanzen. Ber. d. D. Bot. Ges., 1925, Bd. XLIII, Heft 2, p. 52.

— II. Untersuchungen über den Fruchtfall einiger Koniferen. Ber. d. D. Bot. Ges., 1927, Bd. XLV, Heft 5.

Fitting H., I. Untersuchungen über die vorzeitige Entblätterung von Blüten. Jahrb. f. wiss. Bot., 1911, Bd. XLIX, p. 187.

Fouilloy E., I. Sur la chutte des feuilles de certaines Monocotylédones. Revue gén. de Botanique, 1899, Bd. XI., Nv. 129, p. 304. Ref. im Bot. Zentralblatt 1900, Bd. LXXXIII, p. 115.

Furlani J., I. Über den Einfluß der Kohlensäure auf den Laubfall. Österr. Bot. Zeitschr. 1906, Bd. LVI, p. 100.

Göbel, I. Pflanzenbiologische Schilderungen. 1893, p. 261.

Hanning E., I. Untersuchungen über das Abstoßen von Blüten unter dem Einfluß äußerer Bedingungen. Zeitschr. f. Bot., 1913, Bd. V, p. 417.

Hintringer A., I. Über die Ablösung der Samen vom Perikarp, beziehungsweise von der Plazenta. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1927, Abt. 1, Bd. CXXXVI, p. 257.

Höhnel, Fr. v., I. Über den Ablösungsvorgang der Zweige einiger Holzgewächse und seine anatomischen Ursachen. Mitteil. aus d. forstl. Versuchswes. Österr., 1878, p. 255.

— II. Weitere Untersuchungen über den Ablösungsvorgang von verholzten Zweigen. Bot. Zentralbl., 1880, p. 177.

Hubert H., I. Über das massenhafte Auftreten von Eiweißkrystalloiden in Kartoffelblättern. Österr. Bot. Zeitschr., 1914, Nr. 7, p. 273.

John A., I. Beiträge zur Kenntnis der Ablösungseinrichtungen der Kompositenfrüchte. Beih. z. Bot. Zentralbl., 1921, Bd. XXXVIII, p. 182.

Jost J., I. Über schlafende Knospen. Flora, 1925, Bd. XIX, p. 289.

Kubart B., I. Organische Ablösung der Korollen nebst Bemerkungen über die Mohl'sche Trennungsgeschichte. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1906, Bd. CV, Abt. 1.

Küster E., I. Pathologische Pflanzenanatomie. III. Auflage, Jena 1925, p. 49.

— II. Beiträge zur Kenntnis des Laubfalles. Ber. d. D. Bot. Ges., 1916, Bd. XXXIV, p. 191.

Lakon G., I. Über einige Abweichungen im herbstlichen Laubfall und ihre Natur. Biolog. Zentralbl., 1914, Bd. XXXIV, p. 161.
— II. Zur Frage des Laubfalles bei den einheimischen Eichenarten und der Buche. Jahrb. f. wiss. Bot., 1917, Bd. LVII, p. 378.
Lee E., I. The Morphologie of Leaffall. Ann. of Bot., vol. XXV, 1911.
Lloyd F., I. Abscission in general and with special reference to the curtailement of fruitage in Gossypium. Memoirs of the Hortic. Soc. of New York, Juli 1927, p. 195.
Löwi E., I. Über eine merkwürdige anatomische Veränderung in der Trennungsschichte bei der Ablösung der Blätter. Österr. Bot. Zeitschr., 1906, Bd. LVI, p. 380.
— II. Untersuchungen über die Blattablösung und verwandte Erscheinungen. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1907, Bd. CXVI, Abt. 1, p. 983.
Mohl, H. v., I. Über die anatomischen Veränderungen des Blattgelenkes, welche das Abfallen der Blätter herbeiführen. Bot. Ztg., 1860, p. 1 und 9.
— II. Einige nachträgliche Bemerkungen dazu. Bot. Ztg., 1860, p. 132.
— III. Über den Ablösungsprozeß saftiger Pflanzenorgane. Bot. Ztg., 1860, p. 273.
— IV. Sind die Lentizellen als Wurzelknospen zu betrachten Flora, 1832, Bd. XV, p. 65.
Molisch H., I. Untersuchungen über Laubfall. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1886, Bd. CIII, Abt. 1.
— II. Über den Einfluß des Tabakrauches auf die Pflanze. 1·2. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, I. und VII., 1911, Bd. CXX, Abt. 1.
— III. Über das Treiben von Wurzeln. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1917, Bd. CXXVI, Abt. 1.
— IV. Pflanzenphysiologie als Theorie der Gärtnerei. V. Auflage, Jena 1922, p. 178.
Mühldorf A., I. Über den Ablösungsmodus der Gallen von ihren Wirtspflanzen, nebst einer kritischen Übersicht über die Trennungen im Pflanzenreich. Beihefte z. bot. Zentralbl., 1925, Bd. XLII, Abt. 1.
Namikawa J., I. Über die vorzeitige Abstoßung der jungen Früchte von *Malus communis*. Journ. Coll. Agric. Hokkaido S. Univ., 1922, Bd. XI, p. 1. Ref. Bot. Zentralbl., Bd. CXLI, p. 112.
— II. Contributions bo the knoledge of abscission and exfoliation of floral argans. Journ. of the Coll. of Agric. Hokkaido S. Univ., Bd. XVIII, Teil 2, 1926.
Neger F. W. und Fuchs J., I. Untersuchungen über Blattfall der Koniferen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. LV, 1915, p. 608.
Pfeiffer H., I. Zur experimentellen Anatomie der Trennungsgewebe (V. M.). Ber. d. D. Bot. Ges., 1924, Bd. XLII, p. 291.
— II. Über Unterschiede im Chemismus der Trennungsgewebe bei periodischem und Frostlaubfall nebst einer Klassifikation der pflanzlichen Trennungsmechanismen überhaupt. Bot. Archiv, 1927, Bd. XVIII, p. 319. Ref. im Bot. Zentralblatt, 1927, Bd. XI, p. 275.
— III. Beiträge zur physikochemischen Analyse des Turgormechanismus pflanzlichen Trennungszellen. Protoplasma, 1917, Bd. II, p. 206.
— IV. Zur reizphysiologischen Analyse einiger pflanzlicher Trennungsgewebe. Handb. d. Pflanzenanatomie herausgegeben von K. Linsbauer, 1. Abt., 2. Teil.
Reiche C., I. Über anatomische Veränderungen, welche in den Perianthkreisen der Blüten während der Entwicklung der Frucht vor sich gehen. Jahrb. f. wiss. Bot., 1885, Bd. XVI, p. 638.
Richter O., I. Pflanzenwachstum und Laboratoriumsluft. Ber. d. D. Bot. Ges., 193. Bd. XVI, Heft 8.
— II. Narkose im Pflanzenreich. Lotos, Prag 1905, Nr. 2.
— III. Über Turgorsteigerung in der Atmosphäre von Narkotika. Lotos, Prag 1908. Bd. LVI, Heft 3, p. 106.
— IV. Neue Untersuchungen über Narkose im Pflanzenreich. Mitteil. d. Naturw. Vereines a. d. Univ. in Wien, 1911, Jahrg. IX, p. 14.
— V. Blatt- und Blütenfall unter verschiedenen äußeren Bedingungen. Verh. d. Zool. bot. Ges. in Wien, 1914, Bd. LXIV, p. 210.

Sampson H., I. Chemical changes accompaning abscission in Coleus Blumei. The Bot. Gazette LXVI, 2, 1918.

Schacht H., I. Bemerkungen zu dem Hugo von Mohl'schen Aufsatz. Bot. Ztg., 1860, Bd. XVIII, p. 61.

Schenk, I. Über das Aerenchymen, ein dem Kork homologes Gewebe bei Sumpfpflanzen. Pringsheims Jahrb., 1888/89, Bd. XX, p. 526.

Schwartz H., I. Zur Beeinflussung des Wachstums durch gasförmige und flüssige Reizstoffe. Flora oder allgem. Bot. Ztg., Neue Folge, Bd. XXII, 1927.

Smith E., I. Bacterial diseases of plants. 1920, p. 477.

Sorauer P., I. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 4. Auflage, Berlin, 1921 bis 1925, p. 335 und 425.

Staby L., I. Über Verschluß der Blattnarben nach Abfall der Blätter. Flora, 1886, Bd. LXIX, p. 113.

Stahl E., I. Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Lentizellen. Bot. Ztg., 1873, Bd. XXXI, p. 561.

Tieghem, Ph. van et Guignard L., I. Observations sur le mécanisme de la chutte des feuilles. Bull. Soc. bot. France, 1882, 2. sér., IV, p. 312, Ref. Bot. Zentralbl., Bd. XVII, p. 161.

Tisson A., I. Recherches sur la chutte des feuilles chez les Dicotylédones. Mém. Soc. Linn. Normandie, 1900, XX, p. 121, Ref. Just's bot. Jahresber., 1900, Bd., XXVIII, p. 107.

Tubeuf, C. v., I. Über Lentizellenwucherungen (Aerenchym) Holzgewächsen. Forstl.-naturw. Zeitschr., 1898, Heft 10.

Volkens G., I. Laubfall und Lauberneuerung. Berlin 1912.

Vrgoc A., I. Das Trennungsgewebe offizineller und nicht offizineller Kompositenfrüchte. Ber. d. Pharm. Ges., 1922, Bd. XXXII, p. 176.

Wacher H., I. Physikalische und morphologische Untersuchungen über das Verblühen. Jahrb. f. wiss. Bot., 1911, Bd. LIX, p. 523.

Wallace R., I. The production of intumescences upon apple twings by ethylene gas. Bull. Torrey Bot. Club, 1926, LIII, p. 385.

Weber Fr., I. Über ein neues Verfahren Pflanzen zu treiben. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. CXXV, Abt. 1, Heft 3 und 4.

Wettstein, R. v., I. Das Abschleudern der männlichen Blüten bei *Mercurialis*. Ber. d. D. Bot. Ges., 1916, Bd. XXXIV, p. 829.

— II. Handbuch der systematischen Botanik. 3. Auflage, Leipzig und Wien, 1924.

Wieler, I. Die Funktion der Pneumathoden und des Aerenchyms. Jahrb. f. wiss. Bot., 1898, Bd. XXX, Heft 3.

Wiesner, J. v., I. Untersuchung über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse. Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. in Wien, 1871, Abt. 1, p. 465.

— II. Über Sommerlaubfall. Ber. d. D. Bot. Ges., 1904, p. 64.

— III. Über den Treiblaubfall. Ibid., 1904, p. 316.

— IV. Über den Hitzelaubfall. Ibid., 1904, p. 501.

— V. Über den Frostlaubfall. Ibid., 1905, p. 49.

— VI. Die biologische Bedeutung des Laubfalles. Ibid., 1905, p. 172.
